

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-096376

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl. G06T 7/20

B60R 21/00

G06T 1/00

G06T 7/00

G08G 1/04

(21)Application number : 09-258249

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 24.09.1997

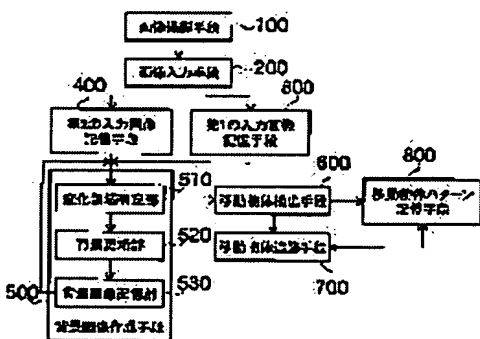
(72)Inventor : AMAMOTO NAOHIRO

(54) DEVICE AND METHOD FOR TRACKING MOVING OBJECT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To highly accurately track the same moving object on continuous input images by detecting only the moving object without being affected by shadow, making its moving object pattern into template and tracking the moving object through template matching.

SOLUTION: A background image preparing means 500 has a background image updating part 520 for updating background images up to the moment and a background image storage part 530 for storing the latest updated background image. A moving object detecting means 600 detects the partial image pattern of the moving object only from an area discriminated as a change area caused by the moving object through the background image preparing means 500. A moving object pattern storage means 800 stores the provided partial image pattern of the moving object. While using the partial image pattern of the moving object stored in the moving object pattern storage means 800 as the template, a moving object tracking means 700 tracks the same moving object on the following



input images through the template matching.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-96376

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 6 T 7/20

B 6 0 R 21/00

G 0 6 T 1/00

7/00

G 0 8 G 1/04

6 2 0

G 0 6 F 15/70

B 6 0 R 21/00

G 0 8 G 1/04

G 0 6 F 15/62

15/70

4 1 0

6 2 0 Z

C

3 8 0

4 5 5 A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平9-258249

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月24日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 天本 直弘

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

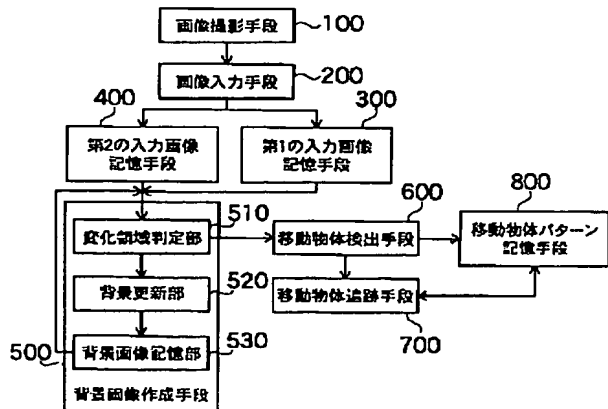
(74) 代理人 弁理士 工藤 宜幸

(54) 【発明の名称】 移動物体追跡装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 連続入力画像上で同一移動物体を高精度に追跡する。

【解決手段】 影の影響を受けることなく移動物体のみを検出する。その移動物体パターンをテンプレートとしてテンプレートマッチングによって移動物体を追跡する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の入力画像について同一の移動物体を追跡する移動物体追跡装置において、
 現時刻の入力画像が過去の入力画像及び背景画像と異なる変化領域とを求め、求められた変化領域が移動物体、停止物体、環境変動の何れにより生じたかを弁別する変化領域判定部と、環境変動によって生じた変化領域と、全く変化のなかった領域とについての現時刻の入力画像の情報を反映させるように、今までの背景画像を更新する背景画像更新部と、更新された最新の背景画像を記憶する背景画像記憶部とを有する背景画像作成手段と、この背景画像作成手段で移動物体により生じた変化領域と判定された領域から移動物体のみの部分画像パターンを検出する移動物体検出手段と、得られた移動物体の部分画像パターンを記憶する移動物体パターン記憶手段と、移動物体パターン記憶手段に記憶された移動物体の部分画像パターンをテンプレートとして、テンプレートマッチングにより、その後の入力画像における同一の移動物体を追跡する移動物体追跡手段とを有することを特徴とする移動物体追跡装置。

【請求項 2】 上記変化領域判定部は、現時刻の入力画像と過去の入力画像とで異なる第 1 の変化領域を求めると共に、現時刻の入力画像と、その直前での背景画像とで異なる第 2 の変化領域を求め、これらの第 1 及び第 2 の変化領域の情報から、静止変化領域及び移動変化領域を求め、求められた変化領域が入力画像に生じた原因を弁別することを特徴とする請求項 2 に記載の移動物体追跡装置。

【請求項 3】 上記変化領域判定部は、各静止変化領域について、現時刻の入力画像と背景画像との画素差分値の平均値及びばらつき度合を求め、ばらつき度合が所定値よりも大きい静止変化領域を、背景画像の更新を実行しない静止変化領域として決定し、背景画像の更新を実行しないと決定された静止変化領域以外の静止変化領域について、その平均値からの相違が小さい画素値の周囲画素を当該静止変化領域の要素となるように、各静止変化領域を膨張させ、移動変化領域と部分的にも重複する膨張された静止変化領域があれば、その静止変化領域を、背景画像の更新を実行しない静止変化領域として決定することにより、求められた変化領域が入力画像に生じた原因を弁別することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の移動物体追跡装置。

【請求項 4】 上記背景更新部は、上記変化領域判定部によって、移動変化領域及び背景画像の更新を実行しないと決定された静止変化領域以外の静止変化領域について、現時刻の入力画像を反映させるように背景画像を更新することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の移動物体追跡装置。

【請求項 5】 上記移動物体検出手段は、上記背景画像

作成手段において検出された移動物体に係る変化領域から、部分的にも重複する膨張された静止変化領域を除いた移動物体のみからなる領域を求め、現時刻の入力画像からこの領域に相当する部分を切出し、移動物体パターンとして移動物体パターン記憶手段に記憶させることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の移動物体追跡装置。

【請求項 6】 上記移動物体追跡手段は、上記移動物体パターン記憶手段に記憶された移動物体パターンをテンプレートとし、所定の探索範囲をテンプレートを移動させながら相違度を算出し、相違度が最小となる位置を移動物体が移動した位置とすると共に、上記移動物体検出手段で得られた移動物体のみの領域にフィットするようにテンプレートの大きさを変更して移動物体パターンを入力画像から切出し、移動物体パターン記憶部のテンプレートを更新することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の移動物体追跡装置。

【請求項 7】 複数の入力画像について同一の移動物体を追跡する移動物体追跡方法において、

現時刻の入力画像が過去の入力画像及び背景画像と異なる変化領域とを求め、求められた変化領域が移動物体、停止物体、環境変動の何れにより生じたかを弁別し、環境変動によって生じた変化領域と、全く変化のなかった領域とについての現時刻の入力画像の情報を反映させるように、今までの背景画像を更新し、更新された最新の背景画像を記憶し直す背景画像作成処理と、この背景画像作成処理で移動物体により生じた変化領域と判定された領域から移動物体のみの部分画像パターンを検出する移動物体検出処理と、

得られた移動物体の部分画像パターンを記憶する移動物体パターン記憶処理と、記憶された移動物体の部分画像パターンをテンプレートとして、テンプレートマッチングにより、その後の入力画像における同一の移動物体を追跡する移動物体追跡処理とを有することを特徴とする移動物体追跡方法。

【請求項 8】 上記背景画像作成処理は、現時刻の入力画像と過去の入力画像とで異なる第 1 の変化領域を求めると共に、現時刻の入力画像と、その直前での背景画像とで異なる第 2 の変化領域を求め、これらの第 1 及び第 2 の変化領域の情報から、静止変化領域及び移動変化領域を求め、求められた変化領域が入力画像に生じた原因を弁別することを特徴とする請求項 7 に記載の移動物体追跡方法。

【請求項 9】 上記背景画像作成処理は、各静止変化領域について、現時刻の入力画像と背景画像との画素差分値の平均値及びばらつき度合を求め、ばらつき度合が所定値よりも大きい静止変化領域を、背景画像の更新を実行しない静止変化領域として決定し、背景画像の更新を実行しないと決定された静止変化領域以外の静止変化領域について、その平均値からの相違が小さい画素値の周

画素を当該静止変化領域の要素となるように、各静止変化領域を膨張させ、移動変化領域と部分的にも重複する膨張された静止変化領域があれば、その静止変化領域を、背景画像の更新を実行しない静止変化領域として決定することにより、求められた変化領域が入力画像に生じた原因を弁別することを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の移動物体追跡方法。

【請求項 1 0】 上記背景画像作成処理は、移動変化領域及び背景画像の更新を実行しないと決定された静止変化領域以外の静止変化領域について、現時刻の入力画像を反映させるように背景画像を更新することを特徴とする請求項 7 ～ 9 のいずれかに記載の移動物体追跡方法。

【請求項 1 1】 上記移動物体検出処理は、上記背景画像作成処理で検出された移動物体に係る変化領域から、部分的にも重複する膨張された静止変化領域を除いた移動物体のみからなる領域を求め、現時刻の入力画像からこの領域に相当する部分を切出し、移動物体パターンとして記憶させることを特徴とする請求項 7 ～ 1 0 のいずれかに記載の移動物体追跡方法。

【請求項 1 2】 上記移動物体追跡処理は、記憶された移動物体パターンをテンプレートとし、所定の探索範囲をテンプレートを移動させながら相違度を算出し、相違度が最小となる位置を移動物体が移動した位置とすると共に、上記移動物体検出処理で得られた移動物体のみの領域にフィットするようにテンプレートの大きさを変更して移動物体パターンを入力画像から切出し、記憶する移動物体パターンのテンプレートを更新することを特徴とする請求項 7 ～ 1 1 のいずれかに記載の移動物体追跡方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像中に存在する移動物体を複数の連続画像に渡って追跡する移動物体追跡装置及び方法に関し、特に、テレビカメラで撮影した道路画像における車両画像部分を追跡するものに適用して好適なものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 従来、この種の移動物体追跡装置及び方法として、特開平 8 - 1 4 7 4 7 5 号公報に開示されたものがある。

【0 0 0 3】 この移動物体追跡装置及び方法は、以下のようなものである。撮影で得られた時系列の入力画像からまず白線（中央分離線）を検出し、さらに検出された白線領域、及び、道路以外の領域を除いた車線領域を検出する。この車線領域について、移動物体が含まれない背景画像を作成し、入力画像と背景画像とから輝度の変化が大きなエッジ点を抽出する。抽出されたエッジ点のうち、入力画像にのみ存在するものを移動エッジ点として選択し、選択されたエッジ点の密度が高い領域を移動物体の存在分野として特定する。得られた移動物体領域

は、前回の処理で得られた移動物体領域との位置を比較し、距離が一定値以下の領域は同一物体であるとして対応付けを行う。また、今回の処理で得られた移動物体領域のうち、前回の移動物体領域のいずれとも対応しなかった領域は新たに進入した物体であると判定する。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】 従来の移動物体追跡装置及び方法においては、図 2 に示すように、走行車線だけを処理対象領域として規定しているため、車両 A のように、白線をまたいで走行するような移動物体は 1 台の車両として検出されず、2 台に分割されるか、移動物体として検出されないかのいずれかとなる。

【0 0 0 5】 また、従来の移動物体追跡装置及び方法においては、車両 B のように移動物体の影が現れた場合は、影も移動物体の一部として検出されてしまう。この場合、移動物体の検出領域は影の影響をうけてしまい、検出位置が安定しない。

【0 0 0 6】 さらに、従来の移動物体追跡装置及び方法においては、移動物体の時間的な対応付けは相前後する撮影画像から検出された物体間の距離と予め設定された値との比較により行われるため、移動物体の速度が非常に高速な場合などには、追跡を誤る可能性があった。

【0 0 0 7】 そのため、より高精度に移動物体を追跡することができる移動物体追跡装置及び方法が求められている。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】 第 1 の本発明は、複数の入力画像について同一の移動物体を追跡する移動物体追跡装置において、（1）現時刻の入力画像が過去の入力画像及び背景画像と異なる変化領域とを求め、求められた変化領域が移動物体、停止物体、環境変動の何れにより生じたかを弁別する変化領域判定部と、環境変動によって生じた変化領域と、全く変化のなかった領域とについての現時刻の入力画像の情報を反映させるように、今までの背景画像を更新する背景画像更新部と、更新された最新の背景画像を記憶する背景画像記憶部とを有する背景画像作成手段と、（2）この背景画像作成手段で移動物体により生じた変化領域と判定された領域から移動物体のみの部分画像パターンを検出する移動物体検出手段と、（3）得られた移動物体の部分画像パターンを記憶する移動物体パターン記憶手段と、（4）移動物体パターン記憶手段に記憶された移動物体の部分画像パターンをテンプレートとして、テンプレートマッチングにより、その後の入力画像における同一の移動物体を追跡する移動物体追跡手段とを有することを特徴とする。

【0 0 0 9】 第 2 の本発明は、複数の入力画像について同一の移動物体を追跡する移動物体追跡方法において、

（1）現時刻の入力画像が過去の入力画像及び背景画像と異なる変化領域とを求め、求められた変化領域が移動物体、停止物体、環境変動の何れにより生じたかを弁別

し、環境変動によって生じた変化領域と、全く変化のなかった領域とについての現時刻の入力画像の情報を反映させるように、今までの背景画像を更新し、更新された最新の背景画像を記憶し直す背景画像作成処理と、

(2) この背景画像作成処理で移動物体により生じた変化領域と判定された領域から移動物体のみの部分画像パターンを検出する移動物体検出処理と、(3) 得られた移動物体の部分画像パターンを記憶する移動物体パターン記憶処理と、(4) 記憶された移動物体の部分画像パターンをテンプレートとして、テンプレートマッチングにより、その後の入力画像における同一の移動物体を追跡する移動物体追跡処理とを有することを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明による移動物体追跡装置及び方法の一実施形態を図面を参照しながら詳述する。

【0011】ここで、図1は、この実施形態の移動物体追跡装置の構成を示すブロック図である。この実施形態の移動物体追跡装置は、画像撮影手段100、画像入力手段200、第1及び第2の入力画像記憶手段300及び400、背景画像作成手段500、移動物体検出手段600、移動物体追跡手段700、並びに、移動物体パターン記憶手段800とから構成されている。背景画像作成手段500は、詳細には、変化領域判定部510、背景画像更新部520及び背景画像記憶部530とから構成されている。

【0012】画像撮影手段100は、適宜存在する移動物体及び背景からなる道路画像を撮影するテレビカメラ等が該当するものであり、例えば、撮影領域は常時同じ領域となっているものである。

【0013】第1の入力画像記憶手段300は、現時刻の入力画像を記憶するものであり、一方、第2の入力画像記憶手段400は、現時刻より1フレーム前の入力画像を記憶するものであり、画像入力手段200は、第1の入力画像記憶手段300に記憶されていた画像を第2の入力画像記憶手段400にコピーすると共に、画像撮影手段100によって撮影された画像を第1の入力画像記憶手段300に入力するものである。

【0014】背景画像作成手段500は、第1及び第2の入力画像記憶手段300に記憶されている入力画像や、それまでの背景画像などに基づいて、移動物体や停止物体が含まれない背景画像を作成、更新するものである。

【0015】移動物体検出手段600は、背景画像を参照しながら入力画像から移動物体のみを検出するものである。移動物体パターン記憶手段800は、検出された移動物体形状パターン（以下、単に移動物体パターンと*

$$\begin{aligned} n1(x,y) &= 0 & | f(t,x,y) - f(t-1,x,y) | < th1 \text{ のとき} \\ n1(x,y) &= 1 & \text{その他のとき} \end{aligned} \quad \dots (1)$$

同様に、第1の入力画像記憶手段300に記憶されてい

＊呼ぶ）を記憶するものである。移動物体追跡手段700は、検出された移動物体を複数の入力画像に渡って追跡するものである。

【0016】背景画像作成手段500において、変化領域判定部510は、第1及び第2の入力画像記憶手段300及び400に記憶されている入力画像と背景画像記憶部530に記憶されていた背景画像とを用いて変化領域を検出し、検出された変化領域が環境変動、移動物体、停止物体のいずれにより発生したのかを判定するものであり、背景画像更新部520は、変化領域のうち環境変動による変化領域及び変化が検出されなかった領域のみを更新するものであり、背景画像記憶部530は更新された最新の背景画像を記憶するものである。

【0017】次に、以上のような構成要素からなるこの実施形態の移動物体追跡装置の動作（移動物体追跡方法）を説明する。

【0018】画像撮影手段100によって、例えば、図4(b)に示すような車両が走行している路上といった被写体の画像、すなわち、背景及び物体からなる画像が撮影され、この撮影画像が画像入力手段200に与えられる。

【0019】画像入力手段200においては、第1の入力画像記憶手段300に記憶されている画像を第2の入力画像記憶手段400にコピーし、さらに、画像撮影手段100によって得られた現時刻の入力画像信号をアナログ／デジタル変換して、第1の入力画像記憶手段300に格納する。

【0020】背景画像作成手段500では、まず変化領域判定部510において、第1及び第2の入力画像記憶手段300及び400に記憶されている2フレーム分の連続画像と、背景画像記憶部530に記憶されている現時刻の入力画像の1フレーム前までの画像で生成された背景画像とに基づいて、この背景画像に対する現時刻の入力画像の変化領域が検出される。変化領域判定部510において、さらに、この検出された変化領域が、環境変動、移動物体の存在、停止物体（落下物、停止車両など）の発生のいずれにより発生したのかが判定される。

【0021】図3は、この変化領域判定部510における処理の詳細を示すフローチャートである。

【0022】まず、変化領域判定部510は、第1及び第2の入力画像記憶手段300及び400に記憶されている連続する2フレームの画像 $f(t,x,y)$ 及び $f(t-1,x,y)$ を用いて、時間差分処理を行った後（ステップS511）、(1)式に従って2値化処理を行う（ステップS513）。但し、 $th1$ は、予め設定されたしきい値である。

【0023】

る現時刻の入力画像 $f(t,x,y)$ と背景画像記憶手段8

00に記憶されている背景画像 $b(x,y)$ を用いて背景差分処理を行った後(ステップS512)、(2)式に従って2値化処理を行う(ステップS514)。但し、*

$$\begin{aligned} n2(x,y) &= 0 && |f(t,x,y) - b(x,y)| < th12 \text{ のとき} \\ n2(x,y) &= 1 && \text{その他のとき} \end{aligned} \quad \dots (2)$$

次に、変化領域判定部510は、上述のようにして得られた2個の差分2値画像(以下、前者を時間差分2値画像と呼び、後者を背景差分2値画像と呼ぶ) $n1(x,y)$ 及び $n2(x,y)$ に基づいて、入力画像 $f(t,x,y)$ についての移動領域の検出処理(ステップS515)と、静止領域の検出処理(ステップS516)とを行う。移動領域の検出処理(ステップS515)と、静止領域の検出処理(ステップS516)とを、図4及び図5を用いて詳述する。なお、図4及び図5は、同一の処理説明に供するものであるので、部分図を示す符号を(a)~(h)で連続させている。

【0025】図4(a)、(b)はそれぞれ、時刻 $t-1$ 、 t の入力画像を示し、図4(c)は、時刻 t での背景画像を示している。図4(a)、(b)において、領域500a、500dは環境(例えば、照明)変動により発生した影を示し、領域500b、500eは移動車両を示し、領域500c、500fはその移動車両から落ちた落下物を示している。

【0026】また、図4(d)は、図4(a)及び(b)に示す入力画像の差分を取った後、2値化した時間差分2値画像 $n1(x,y)$ であり、黒(値1)が変化領域を示している。図5(e)は、図4(b)に示す入力画像と図4(c)に示す背景画像との差分を取った後、2値化した背景差分2値画像 $n2(x,y)$ であり、黒(値1)が変化領域を示している。ここで、時間差分2値画像 $n1(x,y)$ の変化領域内部に無変化領域が含まれているが、これは図4(a)、(b)の移動車両に含まれるほぼ同じ(しきい値 $th11$ 以下の変化しかない)画素値を持つ領域が重複してしまった領域である。

【0027】移動領域検出処理(ステップS515)では、図4(d)に示す時間差分2値画像 $n1(x,y)$ と、図5(e)に示す背景差分2値画像 $n2(x,y)$ の論理積を算出し(すなわち、両2値画像共に変化領域と検出された共通領域を算出し)、図5(f)に示す移動領域(黒:値1)を規定する移動領域画像を作成する。ここで検出された移動領域は、移動物体に属する領域である。そのため、後述する背景の更新処理の更新対象から除外される。

【0028】静止領域検出処理(ステップS516)では、図5(e)に示す背景差分2値画像 $n2(x,y)$ における変化領域のうち、図4(d)に示す時間差分2値画像 $n1(x,y)$ においては変化領域として検出されていない変化領域を検出する。図5(g)は、この静止領域検出処理で作成された静止領域画像であり、この例の場合には、静止領域候補として、領域500i、500

* $th12$ は、予め設定されたしきい値である。

【0024】

j及び500kの3つの領域が検出されている。

【0029】この静止領域画像に含まれる領域(静止領域候補)は、環境変動によって生じた領域500i、落下物などの停止物体の存在によって生じた領域500k、又は、移動物体の影のようなほぼ同じ画素値を持つ領域が連続入力画像において重複したために生じた領域500jのいずれかに属している。

【0030】上述したような移動領域検出処理及び静止領域検出処理の終了後に、変化領域判定処理(ステップS517)に移行する。

【0031】この変化領域判定処理(ステップS517)では、静止領域検出処理(ステップS516)で得られた静止領域候補が、環境変動によって生じた領域、落下物などの停止物体の存在によって生じた領域、又は、移動物体の影のようなほぼ同じ画素値を持つ領域が連続入力画像において重複したために生じた領域のいずれの分類に属している領域であるかを判定する。

【0032】図6は、この変化領域判定処理(ステップS517)の処理内容を示すフローチャートである。

【0033】まず、静止領域検出処理で検出された静止領域候補のそれぞれについて、その静止領域候補内の差分値の平均値(メディアンなど、他の分布代表値についての指標を用いても良い)及び標準偏差(分散など、他のばらつきについての指標を用いても良い)の値を、2値化処理する前の背景差分画像 $d(x,y)$ を用いて検出する(ステップS10)。

【0034】ここで、図4(c)のように背景画像が道路の場合には、路面は全体的にほぼ同じ画素値を持っており、この路面に現れた環境変動による物体の影の静止領域候補(図5(g):500i)や、移動物体の影のようなほぼ同じ画素値を持つ領域が連続入力画像で重複したために生じた静止領域候補(図5(g):500j)内の差分値は、図7(a)のように、ばらつきの少ない分布となり、先に求めた標準偏差の値も小さい値となる。

【0035】これに対して、停止車両や落下物などの停止物体のために生じた静止領域候補(図5(g):500k)は、物体表面の形状、模様等により、様々な明るさの画素が存在するため、停止物体の領域内の差分値は、図7(b)のように、ばらつきが大きい分布となり、標準偏差の値も大きくなる。

【0036】そこで、ステップS10で求めた標準偏差の値を予め用意したしきい値 $th13$ と比較し(ステップS20)、標準偏差の値がこのしきい値 $th13$ よりも大きい場合は、その静止領域候補は、停止物体の領域であ

10

20

30

40

50

ると判定する(ステップS30)。この停止物体領域は、後述する背景の更新処理の更新対象から除外される。

【0037】次に、環境変動による変化領域(図5(g):500i)か、移動物体の連続画像での重複領域(図5(g):500j)かの判定を行う(ステップS40~S70)。

【0038】ここでは、まず、静止領域画像から得られた静止領域候補のうち、停止物体領域以外の各領域に*

$$\mu - \sigma \leq d(x, y) \leq \mu + \sigma$$

(3)式は、静止領域候補に隣接する画素の画素値が、静止領域候補での平均画素値と、ばらつきをも考慮して判断して近い値であるか否かを弁別しているものであり、近い値である場合に、当該領域に組み込むことを表している。

【0040】図5(h)は、図5(g)に示す静止領域候補500i及び500jについて膨張処理を施した結果を示しており、領域500mが静止領域候補500jから膨張した領域を表している。静止領域候補500jについては、移動車両の2連続画像での重複領域であるため、重複していない車両のボディー、影の領域の画素値も重複領域の平均的な画素値に近く、この膨張処理(ステップS40)により、重複していない車両のボディー、影の領域も、新たに領域に加えられることになる。

【0041】これにより、移動車両の2連続画像での重複領域を膨張処理した場合には、その膨張処理後の領域は、上述した移動領域検出処理(ステップS515)で検出された移動領域と重複する部分が生じるようになる。これに対して、静止領域候補500iは、環境変動による変化領域であるので、膨張処理を得た後もほとんど膨張せず、移動領域検出処理(ステップS515)で検出された移動領域と重複する部分が生じることはない。

【0042】そこで、膨張処理(ステップS40)により膨張された各静止領域候補と、上述した移動領域検出処理(ステップS515)で検出された移動領域との重複を調べ(ステップS50)、重複していれば、移動物体の2入力画像の重複による静止領域候補(変化領域)と判定し(ステップS60)、重複していなければ、環境変動による静止領域候補(変化領域)と判定する(ステップS70)。

【0043】背景画像更新部520では、変化領域判定部510において環境変動による変化領域と判定された変化領域及び変化が検出されなかった領域については、現時刻の入力画像 $f(t, x, y)$ の画素値を背景画像にコピーし、上記以外の領域は過去の背景画像 $b(x, y)$ の画素値を保存した新しい背景画像を作成する。そして、背景画像記憶部530において、背景画像更新部520によって作成された最新の背景画像が記憶される。

*いて、上述したステップS10で求めた各領域の平均値及び標準偏差を用いて領域膨張処理(ステップS40)を行う。ある領域の背景差分画像での平均値を μ 、標準偏差を σ とすると、この領域に隣接する背景差分画像の画素値 $d(x, y)$ が、以下の(3)式に示す条件を満たせば、その画素をこの領域に加える。かかる処理を領域が膨張しなくなるまで繰り返し行う。

【0039】

…(3)

【0044】図8は、移動物体検出、追跡のための領域設定の一例を示す説明図である。図8の場合、移動物体が画面下方から上方へ移動する同一方向2車線道路を想定している。また、図8は、左右の路肩に挟まれた領域のうち、画面下方側に移動物体検出エリアを設定し、画面中央部から上方側にかけて移動物体追跡エリアを設定したものである。路肩は固定物体であるので、このような領域設定は装置の設置時に固定的に行うことができる。

20 【0045】移動物体検出手段600においては、画面下方側に設定された移動物体検出エリアにおいて、移動物体の影などを除いた移動物体のみからなる領域を検出する。この検出には、背景画像作成手段500の変化領域判定部510において移動物体領域と判定された領域(図5(f))及び移動物体の重複領域を膨張処理(S40)した領域(図5(h))を用いる。図4及び図5の例で説明すると、移動物体のみの領域は、図5(f)で検出された変化領域を構成する画素の内、図5(h)に存在しない画素を検出することで容易に検出が可能である。図9は、移動物体検出処理の結果得られた移動物体のみの領域を示している。なお、図9は、上述した図4(a)に示す時刻 $t-1$ の入力画像より過去の入力画像に対する移動物体の検出結果を示している。

【0046】さらに、移動物体検出手段600においては、得られた移動物体のみの領域から、移動物体追跡に用いるパターンを第1の入力画像記憶手段300に記憶されている現時刻の入力画像から作成し(図9参照)、移動物体パターン記憶手段800に記憶させる。

40 【0047】移動物体追跡手段700では、移動物体パターン記憶手段800に記憶されている移動物体パターンを用いて、移動物体追跡エリアにおいて、テンプレートマッチングによる追跡を行う。図10(a)は、テンプレートマッチングの探索領域を示す説明図である。移動物体追跡手段700では、1つ前のフレームで得られた移動物体パターンの矩形領域の中心位置(後述する(4)式の値 E を最小とした前回での i, j)から水平方向に $\pm W$ 、垂直方向に $\pm H$ の範囲においてマッチングを行う。ここで、範囲規定パラメータ W, H は各々予め設定された値である。

50 【0048】また、移動物体追跡手段700では、マッ

チングの相違度Eを、以下の(4)式に従って計算し、相違度Eの値が最小となる位置を、新しい移動物体の位置とする。(4)式において、iは $|i| < W$ を、jは $|j| < H$ を満たすものであり、また、総和Σは、ここ*

$$E(f, templ, i, j) = \min \sum |f(t, x+i, y+j) - templ(x, y)| \quad \dots (4)$$

なお、探索範囲は、移動物体の移動方向や移動速度が予め予測可能な場合には狭くすることができるため、処理の高速化を図ることも可能である。例えば、移動物体がカメラから遠ざかる方向(画面下方から上方)へのみ移動することが予め分かっている場合には、図10(b)のように探索範囲を狭めることが可能である。

【0050】次に、移動物体追跡手段700では、マッチングのとれた領域から、次のマッチングに用いる新しいテンプレートを作成する。テンプレートを更新することにより、フレーム間での移動物体の微小な大きさや向き(形状)の変化への対応が可能となる。図11は、テンプレート更新手順を説明する図である。図10(a)に示すように、移動物体がカメラから遠ざかる方向へ移動する場合、マッチングのとれた位置において、移動物体の大きさはマッチングに用いたテンプレートの大きさに比べて小さくなってしまふ。そこで、マッチングのとれた領域内において、移動物体検出手段600で既に得られている移動物体領域にテンプレートの枠がフィットするようにテンプレート枠を更新し、先に述べた移動物体パターンの作成と同様の手続きにより新しいテンプレートを作成し(図11(b))、移動物体パターン記憶手段800に記憶されている古いテンプレートと入れ替える。

【0051】以上の一連の追跡処理を、追跡する移動物体が入力画面から消えるまで繰り返し行う。

【0052】以上のように、上記実施形態の移動物体追跡装置及び方法によれば、撮影された画像における変化領域が移動物体、停止物体、環境変動のいずれにより発生したのかを判定するため、移動物体や停止物体を誤って背景に取り込むことなく、変化のなかった領域と環境変動による変化領域のみを背景に反映することができるため、最新の背景画像を安定して提供することが可能となっている。その結果、環境変動(照度変化)や、環境変動によって変化する移動物体の影の影響を受けることなく、移動物体のみを検出することができ、移動物体が撮影範囲に存在する間は正確に追跡することが可能となっている。

【0053】また、上記実施形態の移動物体追跡装置及び方法によれば、検出された移動物体のパターンをテンプレートとして、次の入力画像のある程度広い範囲を探索領域としたマッチングにより、次の入力画像での位置を検出するようにしたので、車線変更中の移動物体や非常に高速な移動物体等、従来の手法では追跡できない状況での追跡することができる。

*で、移動物体パターン $templ(x, y)$ を構成する全ての画素位置 (x, y) についてである。

【0049】

【0054】さらに、上記実施形態の移動物体追跡装置及び方法によれば、テンプレートを1フレーム毎に更新するようにしているので、この点でも、追跡精度を向上させることができる。

【0055】なお、上記実施形態においては、背景画像の部分的な更新を、現時刻の入力画像の画素値に置き換えることを行うものを示したが、その部分的な更新方法はこれに限定されるものではない。例えば、従来と同様に、今までの背景画像と入力画像との重み付け加算によっても良い。

【0056】また、上記実施形態においては、時間差分2値画像の形成に係る2画像が、1フレームだけ異なるものであったが、2フレーム以上異なる2画像を用いるものであっても良い。

【0057】さらに、上記実施形態においては、停止物体についても、入力画像の入力毎に検出処理するものを示したが、停止物体の検出周期を、入力画像の入力周期より長くして、停止物体の検出時刻以外の各時刻では、その直前の検出物体の検出時刻で得られた停止物体領域情報を用いて背景画像の更新制御を行うようにしても良い。

【0058】さらにまた、上記実施形態においては、撮影対象が移動物体が一方向に進行する道路を示したが、移動物体が双方向に進行する道路に対しても本発明を適用することができる。この場合、図8とは異なって、移動物体検出エリアを、上方側及び下方側の双方に設け、上方側の移動物体検出エリアで検出された移動物体の追跡エリアは、上方側の移動物体検出エリアより下方のエリアとし、下方側の移動物体検出エリアで検出された移動物体の追跡エリアは、下方側の移動物体検出エリアより上方のエリアとし、移動物体パターンを記憶させるときには、どちらの移動物体検出エリアで検出されたものかを表す情報をも記憶する。

【0059】また、上記実施形態においては、移動物体追跡処理における探索範囲内でのマッチング処理での相違度を(4)式で求めるものを示したが、マッチング評価に用いる相違度はこれに限定されるものではない。例えば、遠近での形状の大きさの相違(縮小率や拡大率)を考慮し、縮小率や拡大率を重み付け係数として適用した相違度を適用するようにしても良い。

【0060】さらに、上記実施形態においては、画像撮影手段からの入力画像を直ちに処理するものを示したが、磁気ディスク等の画像記憶手段から読み出した入力画像を処理するようにしても良い。

【0061】さらにまた、上記実施形態においては、入力画像（フレーム）毎にテンプレートを更新するものを示したが、複数フレーム毎にテンプレートを更新するようにしても良く、撮影範囲が狭い場合には、テンプレートを更新しないようにしても良い。

【0062】また、上記実施形態においては、道路監視装置に適用することを前提として説明しているが、他の用途に、本発明を適用できることは勿論である。例えば、コンベア上の物体の有無や移動を監視する装置にも適用可能である。

【0063】

【発明の効果】以上のように、本発明の移動物体追跡装置及び方法によれば、影の影響を受けることなく移動物体のみを検出し、その移動物体パターンをテンプレートとしてテンプレートマッチングによって移動物体を追跡するようにしたので、従来より高精度に移動物体を追跡することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の移動物体追跡装置の構成を示すブロック図である。

【図2】従来の課題の説明図である。

【図3】実施形態の変化領域判定部での処理を示すフローチャートである。

*【図4】実施形態の移動物体追跡処理における各種の処理結果画像を示す説明図（1）である。

【図5】実施形態の移動物体追跡処理における各種の処理結果画像を示す説明図（2）である。

【図6】実施形態の静止領域検出処理を示すフローチャートである。

【図7】実施形態での静止領域候補の領域内の画素差分値の分布例を示す説明図である。

【図8】実施形態の移動物体検出、追跡のための領域設定例を示す説明図である。

【図9】実施形態のテンプレートの作成方法の説明図である。

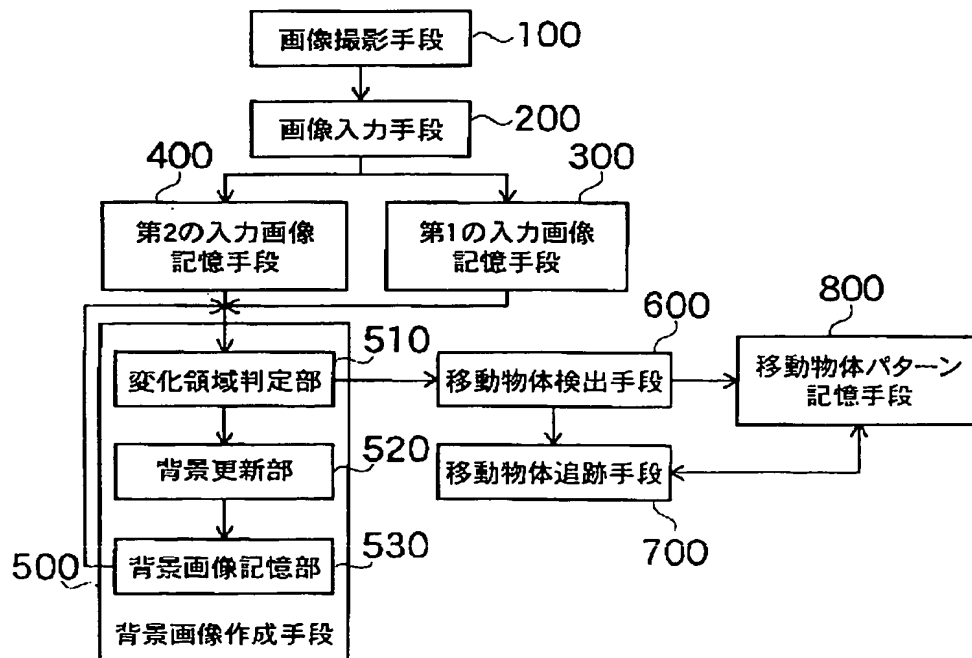
【図10】実施形態のテンプレートマッチングでの探索範囲の説明図である。

【図11】実施形態のテンプレート更新処理の説明図である。

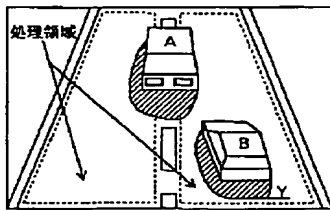
【符号の説明】

100…画像撮影手段、200…画像入力手段、300…第1の入力画像記憶手段、400…第2の入力画像記憶手段、500…背景画像作成手段、510…変化領域判定部、520…背景更新部、530…背景画像記憶部、600…移動物体検出手段、700…移動物体追跡手段、800…移動物体パターン記憶手段。

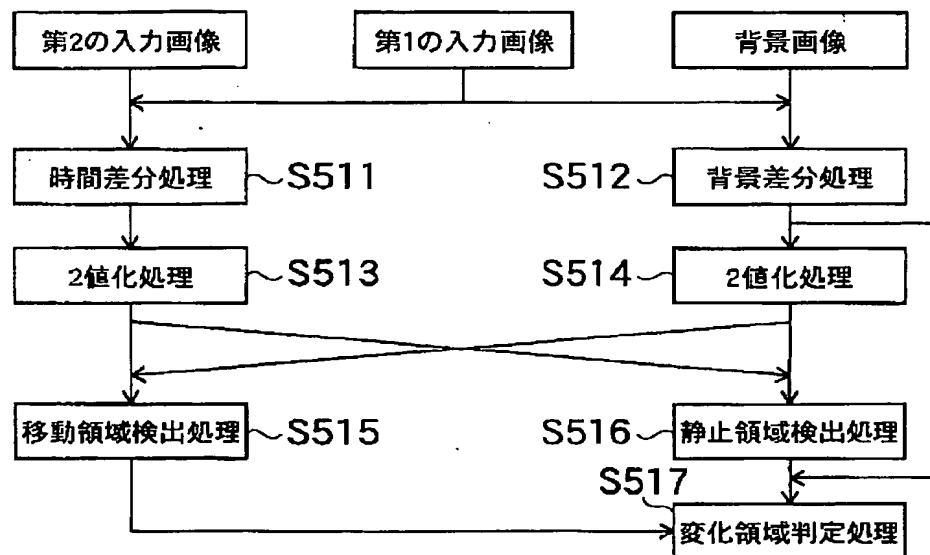
【図1】



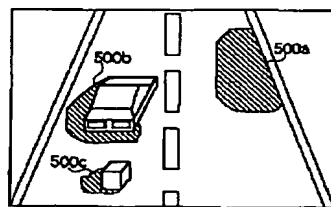
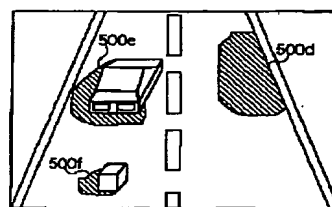
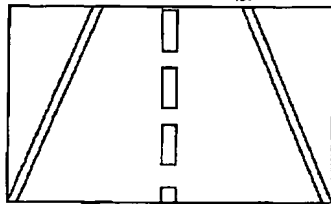
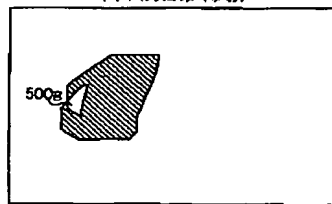
【図2】



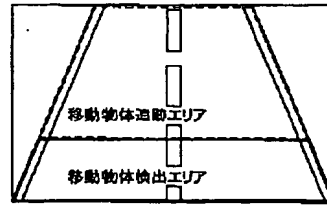
【図3】



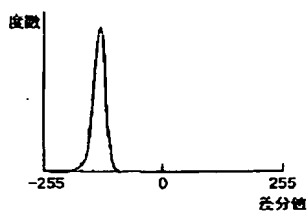
【図4】

(a) 入力画像 $f(t-1, x, y)$ (b) 入力画像 $f(t, x, y)$ (c) 背景画像 $b(x, y)$ (d) 時間差分2値画像 $n1(x, y)$

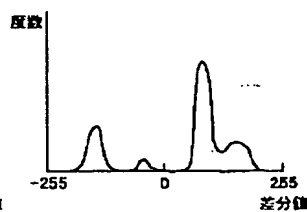
【図8】



【図7】

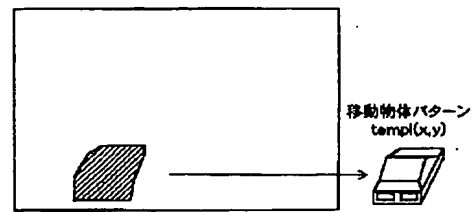


(a) 環境変動等による領域の差分値の分布

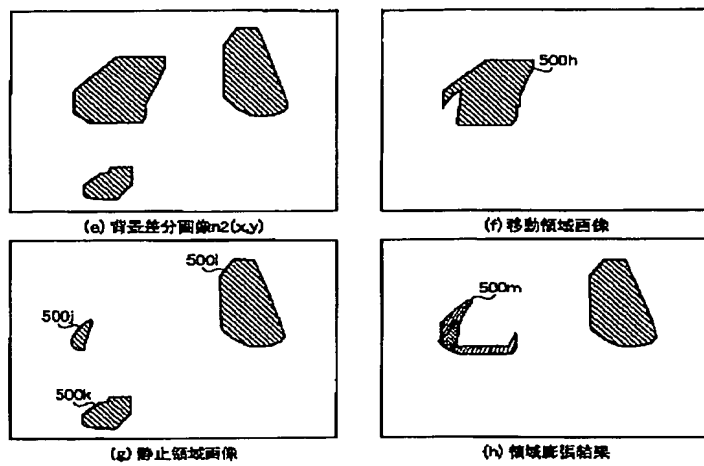


(b) 静止物体領域の差分値の分布

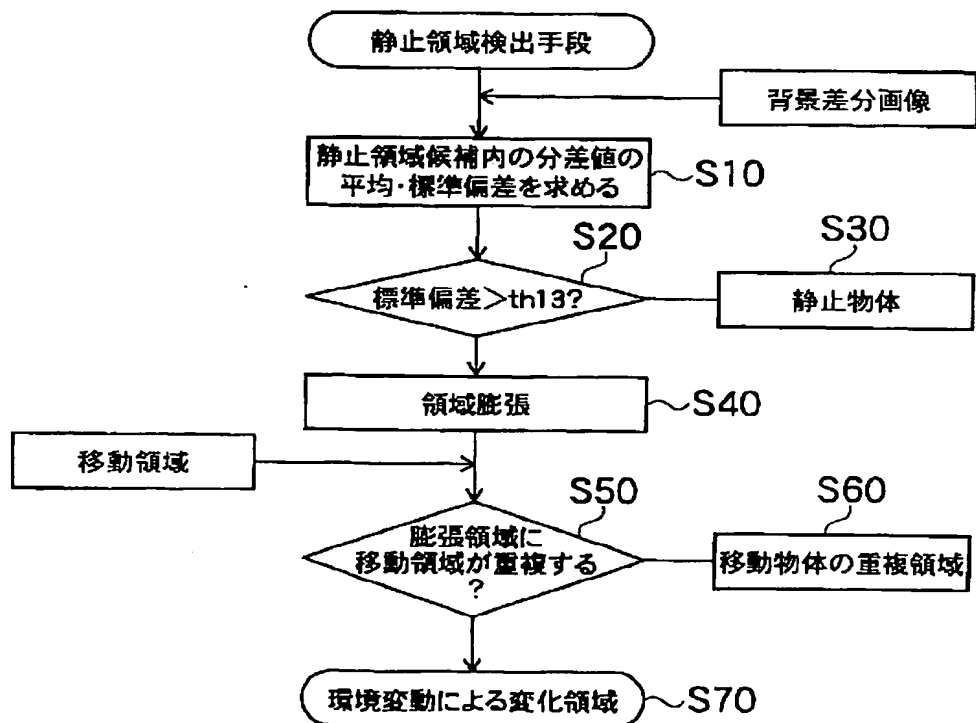
【図9】



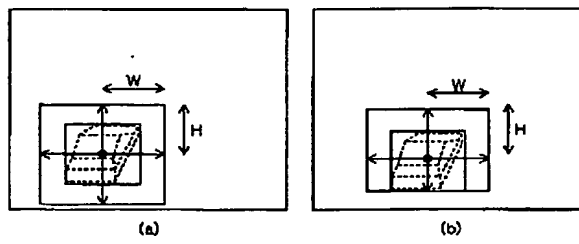
【図5】



【図6】



【図 10】



【図 11】

